

**PERBANDINGAN METODE FUZZY DENGAN
REGRESI LINIER BERGANDA DALAM
PERAMALAN JUMLAH PRODUKSI
(Studi Kasus: Produksi Kelapa Sawit di PT. Perkebunan III
(PERSERO) Medan Tahun 2011-2012)**

SISKA ERNIDA WATI, DJAKARIA SEBAYANG, RACHMAD SITEPU

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil suatu peramalan dengan menggunakan metode fuzzy dan regresi linier berganda. Dalam penelitian ini, digunakan data produksi kelapa sawit sebagai output atau variabel terikat (Y) dan faktor yang mempengaruhinya yaitu pemupukan, tenaga kerja dan rata-rata curah hujan sebagai input atau variabel bebas X_1 , X_2 , X_3 . Dalam pengolahan data untuk logika fuzzy masing-masing variabel Y , X_1 , X_2 , X_3 dikelompokkan ke dalam 3 himpunan fuzzy. Aturan fuzzy yang digunakan ada 27 aturan. Metode penyelesaian yang digunakan adalah metode fuzzy Mamdani. Untuk regresi linier berganda diselesaikan dengan menggunakan metode kuadrat terkecil (*Least Squares Method*). Dengan menunjukkan nilai rata-rata kesalahan relatif dari peramalan setiap metode, diperoleh nilai rata-rata kesalahan relatif metode fuzzy sebesar 0,20748 atau 20,748 % dan regresi linear berganda sebesar 0,09383 atau 9,383%. Besarnya nilai tersebut memperlihatkan bahwa nilai rata-rata kesalahan relatif regresi linier berganda lebih kecil daripada metode fuzzy. Maka untuk kasus dengan variabel input dan output dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa peramalan dengan menggunakan regresi linier berganda lebih baik daripada dengan metode fuzzy.

Received 21-03-2013, Accepted 19-05-2013.

2013 Mathematics Subject Classification: 03E72, 62J05

Kata Kunci: Perbandingan, Logika Fuzzy, Regresi Linier Berganda, Produksi Kelapa Sawit, Pemupukan, Tenaga Kerja, Rata-Rata Curah Hujan, Peramalan.

1. PENDAHULUAN

Ilmu matematika berkembang sangat pesat. Salah satunya adalah dalam kompleksnya bahasa yang menimbulkan kesamaran atau kekaburan yang terkadang menimbulkan kesulitan dalam mengambil suatu keputusan. Sehingga untuk membuat suatu keputusan dilakukanlah peramalan. Selama ini, metode peramalan yang lazim digunakan adalah regresi linier. Regresi linier digunakan untuk membentuk suatu persamaan dari beberapa variabel bebas yang dinilai memiliki hubungan dengan variabel terikat. Dewasa ini juga telah dikembangkan salah satu metode yang digunakan menganalisis sistem yang mengandung ketidakpastian dalam peramalan, yaitu logika *fuzzy* (kabur).

Baik regresi linier ataupun logika *fuzzy*, masing-masing memiliki variabel bebas (*independent*) yaitu X_1, X_2, \dots, X_n dan juga variabel terikat (*dependent*) yaitu Y . Namun dalam pengerjaannya, kedua metode ini memiliki tahap-tahap yang berbeda satu sama lainnya. Penelitian ini akan membandingkan penggunaan kedua metode sebagai alat peramalan dengan mengambil contoh kasus yang sama yaitu data produksi kelapa sawit di PT. Perkebunan Nusantara III (PERSERO) Medan tahun 2011-2012. Adapun faktor yang mempengaruhi produksi kelapa sawit (Y) adalah jumlah pemupukan (X_1), tenaga kerja (X_2) dan rata-rata curah hujan (X_3). Logika *fuzzy* yang digunakan adalah metode Mamdani, sementara untuk metode statistik yang digunakan adalah regresi linear berganda. Dari hasil yang diperoleh, berdasarkan nilai rata-rata kesalahan relatif akan dilihat metode manakah yang lebih baik digunakan dalam meramalkan jumlah produksi.

2. LANDASAN TEORI

Logika *Fuzzy*

Suatu kata/istilah dikatakan *fuzzy* (kabur) apabila kata/istilah tersebut tidak dapat didefinisikan secara tegas atau pasti sehingga membutuhkan adanya penegasan [1]. Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan ruang *input* ke dalam suatu ruang *output*.

Variabel dalam himpunan *fuzzy* dibedakan menjadi dua jenis yaitu variabel linguistik dan variabel numerik. Setiap variabel memiliki fungsi keanggotaan. Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik *input* data ke dalam nilai anggotanya yang memiliki interval tertutup antara 0 sampai 1 yang disebut dengan derajat keanggotaan[2].

Nilai fungsi $\mu_{\tilde{A}}$ menyatakan derajat keanggotaan unsur $x \in X$ dalam himpunan kabur \tilde{A} . Nilai fungsi 1 menyatakan keanggotaan penuh, dan nilai fungsi 0 menyatakan sama sekali bukan anggota himpunan kabur tersebut[1].

Pada representasi linear, permukaan digambarkan sebagai suatu garis lurus[3]. Penelitian ini menggunakan representasi kurva sebagai berikut.

1. Representasi Kurva Linear Naik: kenaikan himpunan dimulai dari nilai domain yang memiliki nilai keanggotaan nol bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan yang lebih tinggi, seperti pada persamaan (1).

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0 & x < a \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 1 & x > b \end{cases} \quad (1)$$

2. Representasi Kurva Linear Turun: garis lurus yang dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak turun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.

Fungsi keanggotaannya adalah:

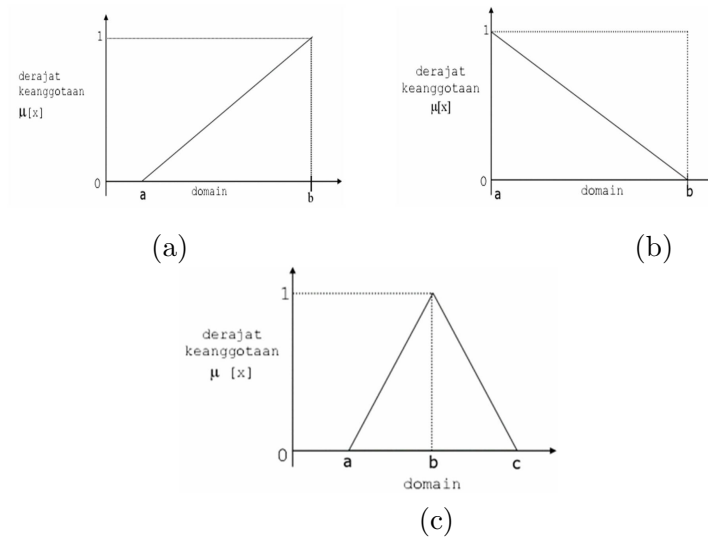
$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 1 & x < a \\ \frac{b-x}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 0 & x > b \end{cases} \quad (2)$$

3. Representasi Kurva Segitiga: yaitu gabungan antara representasi linear naik dan representasi linear turun.

Fungsi keanggotaannya adalah:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b} & b \leq x \leq c \\ 0 & x < a, x > c \end{cases} \quad (3)$$

Grafiknya adalah :



Gambar 1: (a)Kurva Linear Naik (b)Kurva Linear Turun (c)Kurva Linear Segitiga

Operator yang digunakan dalam penelitian ini adalah operator AND. Operator ini berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan. Hasil operasi operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan[3]. Operator AND didefinisikan sebagai berikut:

$$\mu_{A \cap B} = \mu_A \text{ AND } \mu_B$$

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad (4)$$

Jika 2 daerah *fuzzy* direlasikan dengan implikasi sederhana, maka bentuk umumnya adalah sebagai berikut:

JIKA X adalah A MAKA Y adalah B

Defuzzifikasi atau penegasan merupakan metode untuk memetakan nilai dari himpunan *fuzzy* ke dalam nilai *crisp*. *Input* dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada *domain* himpunan *fuzzy* dalam *range* tertentu[2]. Penelitian ini menggunakan

metode defuzzifikasi yaitu Metode Centroid dengan rumus:

$$z^* = \frac{\int z \mu(z) dz}{\int \mu(z) dz} \quad (\text{untuk variabel kontinu})$$

$$z^* = \frac{\sum_{j=1}^n z_j \mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)} \quad (\text{untuk variabel diskrit}) \quad (5)$$

Inferensi adalah proses penggabungan banyak aturan berdasarkan data yang tersedia[4]. Terdapat beberapa model sistem inferensi samar (*fuzzy*), dan penelitian ini menggunakan model *fuzzy* Mamdani.

Analisis Regresi Linier Berganda

Dalam regresi linier berganda, peramalan nilai variabel tak bebas Y diperoleh dengan membentuk persamaan yang menghubungkan lebih dari satu variabel yaitu X_1, X_2, \dots, X_n . Secara umum persamaan regresi berganda dapat dirumuskan dengan:

$$\hat{Y}_i = b_0 + b_1 X_{1i} + b_2 X_{2i} + \dots + b_n X_{ni} + \varepsilon \quad (6)$$

Penelitian ini terdiri atas satu variabel bebas Y dan tiga variabel X yaitu X_1, X_2, X_3 . Maka persamaan regresi bergandanya adalah:

$$\hat{Y}_i = b_0 + b_1 X_{1i} + b_2 X_{2i} + b_3 X_{3i} + \varepsilon \quad (7)$$

Nilai koefisien b_0, b_1, b_2 dan b_3 dapat diperoleh dengan metode kuadrat terkecil (*least squares method*)[5], dengan cara terlebih dahulu meminimumkan jumlah kuadrat sisa sebagai berikut.

$$S = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - b_0 - b_1 X_{1i} - b_2 X_{2i} - b_3 X_{3i})^2 = 0 \quad (8)$$

Kemudian persamaan (8) dideferensialkan terhadap masing-masing koefisien b_0, b_1, b_2 dan b_3 maka diperoleh persamaan-persamaan berikut :

$$\sum_{i=1}^n Y_i = nb_0 + b_1 \sum_{i=1}^n X_{1i} + b_2 \sum_{i=1}^n X_{2i} + b_3 \sum_{i=1}^n X_{3i}$$

$$\sum_{i=1}^n X_{1i} Y_i = b_0 \sum_{i=1}^n X_{1i} + b_1 \sum_{i=1}^n X_{1i}^2 + b_2 \sum_{i=1}^n X_{1i} X_{2i} + b_3 \sum_{i=1}^n X_{1i} X_{3i}$$

$$\begin{aligned}
\sum_{i=1}^n X_{2i}Y_i &= b_0 \sum_{i=1}^n X_{2i} + b_1 \sum_{i=1}^n X_{1i}X_{2i} + b_2 \sum_{i=1}^n X_{2i}^2 + b_3 \sum_{i=1}^n X_{2i}X_{3i} \\
\sum_{i=1}^n X_{3i}Y_i &= b_0 \sum_{i=1}^n X_{3i} + b_1 \sum_{i=1}^n X_{1i}X_{3i} + b_2 \sum_{i=1}^n X_{2i}X_{3i} + b_3 \sum_{i=1}^n X_{3i}^2 \quad (9)
\end{aligned}$$

Kesalahan Relatif

Kesalahan relatif (*relatif error*) adalah ukuran kesalahan dalam kaitannya dengan pengukuran[6]. Kesalahan relatif didefinisikan dengan:

$$e_r = \left| \frac{X_s - X_a}{X_s} \right| \quad (10)$$

dengan: e_r = kesalahan relatif

X_s = nilai sebenarnya

X_a = nilai perhitungan

Untuk melihat rata-rata kesalahan relatif yang terjadi pada suatu data dinyatakan dengan:

$$\text{Rata - rata kesalahan relatif} = \frac{\text{jumlah kesalahan relatif}}{\text{jumlah data}} \quad (11)$$

3. METODE PENELITIAN

Langkah-langkah dalam penyusunan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengumpulkan data sekunder dari PT. Perkebunan III (PERSERO) Medan sesuai data yang dibutuhkan untuk tahun 2011-2012.
2. Pengolahan data dalam metode *fuzzy* dengan menggunakan metode *fuzzy* Mamdani.
3. Penentuan persamaan linear berganda dengan menggunakan metode kuadrat terkecil.
4. Perhitungan peramalan dengan menggunakan metode *fuzzy* dan regresi linear berganda.
5. Perhitungan dan perbandingan rata-rata jumlah kesalahan relatif (*error*) untuk tiap nilai peramalan kedua metode tersebut.

6. Membuat kesimpulan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diambil adalah data yang diperoleh dari PT. Perkebunan III (PERSERO) Medan untuk tahun 2011-2012 sebagai berikut:

Tabel 1: Data Jumlah Produksi, Jumlah Pemupukan, Jumlah Tenaga Kerja dan Rata-Rata Curah Hujan pada PT. Perkebunan Nusantara III (PERSERO), Medan Tahun 2011-2012

No.	Bulan	Pemupukan (ton)	Tenaga Kerja (orang)	Rata-Rata Curah Hujan (mm)	Jumlah Produksi (ton)
1	Januari	1.367	27.877	197	82.488
2	Februari	2.643	27.939	101	99.292
3	Maret	11.255	27.920	202	128.770
4	April	14.140	28.021	186	143.725
5	Mei	24.241	28.066	188	160.630
6	Juni	38.046	28.149	160	160.864
7	Juli	44.810	28.308	98	170.652
8	Agustus	45.269	28.087	274	148.608
9	September	7.545	28.067	262	164.580
10	Oktober	20.601	27.991	357	166.786
11	November	32.112	27.958	272	156.176
12	Desember	35.341	27.878	246	135.720
13	Januari	1.179	27.855	93	104.705
14	Februari	2.720	28.080	169	108.837
15	Maret	7.726	28.508	175	128.921
16	April	19.667	28.668	248	124.500
17	Mei	30.512	28.926	206	146.197
18	Juni	42.129	28.848	120	160.045
19	Juli	49.262	28.862	173	188.134
20	Agustus	49.581	28.383	151	160.785
21	September	10.904	28.355	253	178.643
22	Oktober	16.248	28.352	298	167.944
23	November	21.399	28.454	340	160.993
24	Desember	26.670	28.362	236	153.498

Sumber: PT. Perkebunan III (PERSERO) Medan

Pada penelitian ini ada 4 variabel yang akan digunakan yaitu :

- a. Pemupukan (X_1).
Pemupukan memiliki rentang nilai antara 1.179-49.581 ton dan terdiri atas 3 himpunan *fuzzy* yaitu: SEDIKIT, SEDANG, BANYAK.
- b. Tenaga Kerja (X_2).
Tenaga Kerja memiliki rentang nilai antara 27.877-28.926 orang dan terdiri atas 3 himpunan *fuzzy* yaitu: SEDIKIT, SEDANG, BANYAK.
- c. Rata-rata Curah Hujan (X_3).
Rata-rata curah hujan memiliki rentang nilai antara 93-357 mm dan terdiri atas 3 himpunan *fuzzy* yaitu: RENDAH, STANDAR, TINGGI.

d. Jumlah Produksi (Y).

Rata-rata curah hujan memiliki rentang nilai antara 82.488-188.134 ton dan terdiri atas 3 himpunan *fuzzy* yaitu: BERKURANG, TETAP, BERTAMBAH.

Dari masing-masing himpunan *fuzzy* akan dibentuk fungsi keanggotaan dari setiap variabel yaitu :

a. Untuk variabel *input* pemupukan (X_1).

$$\mu_{X_1 SEDIKIT}(X_{1i}) = \begin{cases} 1 & X < 1.179 \\ \frac{20.214 - X_{1i}}{20.214 - 1.179} & 1.179 \leq X \leq 20.214 \\ 0 & X > 20.214 \end{cases}$$

$$\mu_{X_1 STANDAR}(X_{1i}) = \begin{cases} 0 & X < 13.869 \text{ atau } X > 36.891 \\ \frac{X_{1i} - 13.869}{25.380 - 13.869} & 13.869 \leq X \leq 25.380 \\ \frac{36.891 - X_{1i}}{36.891 - 25.380} & 25.380 \leq X \leq 36.891 \end{cases}$$

$$\mu_{X_1 BANYAK}(X_{1i}) = \begin{cases} 0 & X < 30.546 \\ \frac{X_{1i} - 30.546}{49.581 - 30.546} & 30.546 \leq X \leq 49.581 \\ 1 & X > 49.581 \end{cases}$$

b. Untuk variabel *input* tenaga kerja (X_2).

$$\mu_{X_2 SEDIKIT}(X_{2i}) = \begin{cases} 1 & X < 27.877 \\ \frac{28.270,38 - X_{2i}}{28.270,38 - 27.877} & 28.270,38 \leq X \leq 28.270,38 \\ 0 & X > 28.270,38 \end{cases}$$

$$\mu_{X_2 SEDANG}(X_{2i}) = \begin{cases} 0 & X < 28.139,25 \text{ atau } X > 28.663,75 \\ \frac{X_{2i} - 28.139,25}{28.401,5 - 28.139,25} & 28.139,25 \leq X \leq 28.401,5 \\ \frac{28.663,75 - X_{2i}}{28.663,75 - 28.401,5} & 28.401,5 \leq X \leq 28.663,75 \end{cases}$$

$$\mu_{X_2 BANYAK}(X_{2i}) = \begin{cases} 0 & X < 28.532,62 \\ \frac{X_{2i} - 28.532,62}{28.926 - 28.532,62} & 28.532,62 \leq X \leq 28.926 \\ 1 & X > 28.926 \end{cases}$$

c. Untuk variabel *input* rata-rata curah hujan (X_3).

$$\mu_{X_3 RENDAH}(X_{3i}) = \begin{cases} 1 & X < 93 \\ \frac{192 - X_{3i}}{192 - 93} & 192 \leq X \leq 93 \\ 0 & X > 192 \end{cases}$$

$$\mu_{X_3 STANDAR}(X_{3i}) = \begin{cases} 0 & X < 126 \text{ atau } X > 324 \\ \frac{X_{3i} - 126}{225 - 126} & 126 \leq X \leq 225 \\ \frac{324 - X_{3i}}{324 - 225} & 225 \leq X \leq 324 \end{cases}$$

$$\mu_{X_3 TINGGI}(X_{3i}) = \begin{cases} 0 & X < 258 \\ \frac{X_{3i} - 258}{357 - 258} & 258 \leq X \leq 357 \\ 1 & X > 357 \end{cases}$$

d. Untuk variabel *output* jumlah produksi (Y).

$$\mu_{YBERKURANG}(Y_i) = \begin{cases} 1 & X < 82.488 \\ \frac{122.105,3 - Y_i}{122.105,3 - 82.488} & 82.488 \leq X \leq 122.105,3 \\ 0 & X > 122.105,3 \end{cases}$$

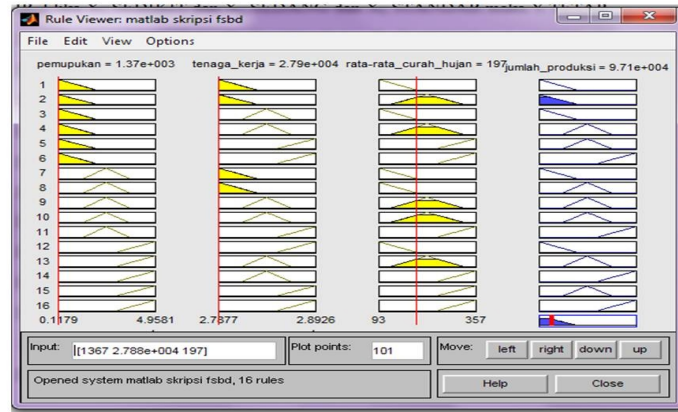
$$\mu_{YTETAP}(Y_i) = \begin{cases} 0 & X < 108.899,5 \text{ dan } X > 161.722,5 \\ \frac{Y_i - 108.899,5}{135.311 - 108.899,5} & 108.899,5 \leq X \leq 135.311 \\ \frac{161.722,5 - Y_i}{161.722,5 - 135.311} & 135.311 \leq X \leq 161.722,5 \end{cases}$$

$$\mu_{YBERTAMBAH}(Y_i) = \begin{cases} 0 & Y < 148.516,8 \\ \frac{Y_i - 148.516,8}{188.134 - 148.516,8} & 148.516,8 \leq Y \leq 188.134 \\ 1 & Y > 188.134 \end{cases}$$

Dalam penelitian ini digunakan 27 aturan *fuzzy* yaitu :

- [R₁] Jika X₁ SEDIKIT dan X₂ SEDIKIT dan X₃ RENDAH maka Y BERKURANG
- [R₂] Jika X₁ SEDIKIT dan X₂ SEDIKIT dan X₃ STANDAR maka Y BERKURANG
- [R₃] Jika X₁ SEDIKIT dan X₂ SEDIKIT dan X₃ TINGGI maka Y BERKURANG
- [R₄] Jika X₁ SEDIKIT dan X₂ SEDANG dan X₃ RENDAH maka Y TETAP
- [R₅] Jika X₁ SEDIKIT dan X₂ SEDANG dan X₃ STANDAR maka Y TETAP
- [R₆] Jika X₁ SEDIKIT dan X₂ SEDANG dan X₃ TINGGI maka Y BERTAMBAH
- [R₇] Jika X₁ SEDIKIT dan X₂ BANYAK dan X₃ RENDAH maka Y BERKURANG
- [R₈] Jika X₁ SEDIKIT dan X₂ BANYAK dan X₃ STANDAR maka Y BERKURANG
- [R₉] Jika X₁ SEDIKIT dan X₂ BANYAK dan X₃ TINGGI maka Y TETAP
- [R₁₀] Jika X₁ STANDAR dan X₂ SEDIKIT dan X₃ RENDAH maka Y TETAP
- [R₁₁] Jika X₁ STANDAR dan X₂ SEDIKIT dan X₃ STANDAR maka Y BERTAMBAH
- [R₁₂] Jika X₁ STANDAR dan X₂ SEDIKIT dan X₃ TINGGI maka Y BERTAMBAH
- [R₁₃] Jika X₁ STANDAR dan X₂ SEDANG dan X₃ RENDAH maka Y BERKURANG
- [R₁₄] Jika X₁ STANDAR dan X₂ SEDANG dan X₃ STANDAR maka Y TETAP
- [R₁₅] Jika X₁ STANDAR dan X₂ SEDANG dan X₃ TINGGI maka Y TETAP
- [R₁₆] Jika X₁ STANDAR dan X₂ BANYAK dan X₃ RENDAH maka Y BERTAMBAH
- [R₁₇] Jika X₁ STANDAR dan X₂ BANYAK dan X₃ STANDAR maka Y BERTAMBAH
- [R₁₈] Jika X₁ STANDAR dan X₂ BANYAK dan X₃ TINGGI maka Y BERTAMBAH
- [R₁₉] Jika X₁ BANYAK dan X₂ SEDIKIT dan X₃ RENDAH maka Y BERKURANG
- [R₂₀] Jika X₁ BANYAK dan X₂ SEDIKIT dan X₃ STANDAR maka Y TETAP
- [R₂₁] Jika X₁ BANYAK dan X₂ SEDIKIT dan X₃ TINGGI maka Y TETAP
- [R₂₂] Jika X₁ BANYAK dan X₂ SEDANG dan X₃ RENDAH maka Y TETAP
- [R₂₃] Jika X₁ BANYAK dan X₂ SEDANG dan X₃ STANDAR maka Y BERTAMBAH
- [R₂₄] Jika X₁ BANYAK dan X₂ SEDANG dan X₃ TINGGI maka Y BERTAMBAH
- [R₂₅] Jika X₁ BANYAK dan X₂ BANYAK dan X₃ RENDAH maka Y BERKURANG
- [R₂₆] Jika X₁ BANYAK dan X₂ BANYAK dan X₃ STANDAR maka Y TETAP
- [R₂₇] Jika X₁ BANYAK dan X₂ BANYAK dan X₃ TINGGI maka Y BERTAMBAH

Dengan memasukkan nilai fungsi keanggotaan setiap variabel ke dalam aturan *fuzzy* diperoleh hasil peramalan seperti Tabel 3. Pengerjaan *fuzzy* dapat dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* Matlab. Gambar 2 menunjukkan salah satu hasil peramalan dengan menggunakan *software* Matlab.



Gambar 2: Kurva variabel Y pada Matlab

Untuk regresi linear berganda, persamaan diperoleh dengan mengeliminasi persamaan-persamaan metode kuadrat terkecil (9). Koefisien b_0 , b_1 , b_2 dan b_3 juga dapat diperoleh dengan bantuan *software* SPSS seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 : Nilai-nilai koefisien dengan menggunakan software SPSS

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t
	B	Std. Error	Beta	
(Constant)	-384655,996	376491,314		-1,022
pemupukan	,915	,275	,551	3,327
tenaga kerja	17,057	13,405	,211	1,272
curah hujan	132,177	55,102	,357	2,399

a. Dependent Variable: jumlah produksi

Dari nilai masing-masing koefisien yang diperoleh dibentuk persamaan seperti berikut :

$$\hat{Y} = -384.655,996 + 0,915X_1 + 17,057X_2 + 132,177X_3$$

Jika masing-masing variabel X_1 , X_2 dan X_3 dimasukkan ke dalam persamaan, maka diperoleh hasil peramalan seperti dalam Tabel 3.

Tabel 3: Hasil Peramalan dalam Logika *Fuzzy* dan Regresi Berganda

No.	X_{1i} (ton)	X_{2i} (orang)	X_{3i} (mm)	Y_i (ton)	\hat{Y} (<i>Fuzzy</i>) ton	\hat{Y} (Regresi) (ton)	Kesalahan Relatif	
							(<i>Fuzzy</i>)	(Regresi)
1	1.367	27.877	197	82.488	97.100	118.136,0222	0,1425	0,3018
2	2.643	27.939	101	99.292	96.500	107.672,7406	0,0289	0,0778
3	11.255	27.920	202	128.770	98.800	128.582,5275	0,3033	0,0015
4	14.140	28.021	186	143.725	103.000	130.831,6011	0,4373	0,0985
5	24.241	28.066	188	160.630	121.000	141.110,6856	0,6357	0,1383
6	38.046	28.149	160	160.864	135.000	151.463,5401	0,1828	0,0621
7	44.810	28.308	98	170.652	135.000	152.172,9065	0,0136	0,1214
8	45.269	28.087	274	148.608	135.000	172.086,5798	0,1008	0,1364
9	7.545	28.067	262	164.580	98.200	135.624,1357	0,6759	0,2135
10	20.601	27.991	357	166.786	135.000	158.836,9532	0,7019	0,0500
11	32.112	27.958	272	156.176	135.000	157.577,0204	0,3821	0,0089
12	35.341	27.878	246	135.720	135.000	155.731,9072	0,0360	0,1285
13	1.179	27.855	93	104.705	96.200	103.842,2799	0,0884	0,0083
14	2.720	28.080	169	108.837	99.200	119.136,3036	0,1061	0,0864
15	7.726	28.508	175	128.921	126.000	131.812,6593	0,3169	0,0219
16	19.667	28.668	248	124.500	135.000	155.122,3245	0,2362	0,1974
17	30.512	28.926	206	146.197	135.000	163.899,9134	0,1500	0,1080
18	42.129	28.848	120	160.045	97.800	161.837,2726	0,0695	0,0111
19	49.262	28.862	173	188.134	174.000	175.611,4834	0,0812	0,0713
20	49.581	28.383	151	160.785	135.000	164.825,2630	0,0759	0,0245
21	10.904	28.355	253	178.643	135.000	1424.22,0633	0,8118	0,2543
22	16.248	28.352	298	167.944	135.000	1532.11,1138	0,3224	0,0962
23	21.399	28.454	340	160.993	135.000	1652.17,9478	0,1925	0,0256
24	26.670	28.362	236	153.498	135.000	1547.27,7554	0,1370	0,0079
Σ							4,9795	2,2518

Untuk nilai rata-rata kesalahan relatif yaitu:

$$\text{Rata-rata kesalahan relatif fuzzy} = \frac{4,9795}{24} = 0,20748$$

$$\text{Rata-rata kesalahan relatif regresi} = \frac{2,2518}{24} = 0,09383$$

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai rata-rata kesalahan relatif regresi berganda yaitu 0,09383 atau 9,383% lebih kecil dari rata-rata kesalahan relatif *fuzzy* yaitu 0,20748 atau 20,748%. Dari Tabel 3 juga terlihat perbedaan hasil peramalan antara hasil dengan metode *fuzzy* dengan regresi berganda. Jika kedua hasil tersebut dibandingkan dengan Y sebagai data, maka hasil dengan regresi berganda lebih kecil perbedaannya dibanding dengan logika *fuzzy*.

5. KESIMPULAN

Dari analisis yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil peramalan jumlah produksi kelapa sawit berdasarkan variabel pemupukan, tenaga kerja dan rata-rata curah hujan dengan menggunakan regresi linier berganda lebih baik daripada metode *fuzzy*. Hal ini dapat dilihat dari nilai rata-rata kesalahan relatif dari metode regresi

linier berganda sebesar 0,09383 atau 9,383% lebih kecil daripada nilai rata-rata kesalahan relatif metode *fuzzy* sebesar 0,20748 atau 20,748%.

2. Proses atau tahapan dengan menggunakan bantuan *software* SPSS untuk metode regresi linear berganda lebih cepat dan lebih mudah daripada logika *fuzzy* yang menggunakan Matlab.

Daftar Pustaka

- [1] Susilo. Frans. S. J. *Himpunan dan Logika Kabur serta Aplikasinya*. Yogyakarta : Graha Ilmu, (2006).
- [2] Kusumadewi. Sri. *Analisis Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Tool Box Matlab*. Yogyakarta : Graha Ilmu, (2002).
- [3] Made. Luh Yulyantari. *Himpunan Fuzzy*. www.yulyantari.com/tutorial/media.php?mod=detailmateri&mat=9&bab4. Diakses tanggal 11 April 2013.
- [4] Setiadji. *Himpunan dan Logika Samar serta Aplikasinya*. Yogyakarta : Graha Ilmu, (2009).
- [5] Drapper&Smith. *Analisis Regresi Terapan*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama, (1987).
- [6] *Kesalahan Dalam Pengukuran*. <http://bossurvey.blogspot.com/2012/09/kesalahan-dalam-pengukuran.html?m=1>. Diakses tanggal 11 April 2013.

SISKA ERNIDA WATI: Department of Mathematics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Sumatera Utara, Medan 20155, Indonesia
E-mail: siska_sitompul90@yahoo.co.id

DJAKARIA SEBAYANG: Department of Mathematics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Sumatera Utara, Medan 20155, Indonesia
E-mail: djakaria@usu.ac.id

RACHMAD SITEPU: Department of Mathematics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Sumatera Utara, Medan 20155, Indonesia
E-mail: rachmad@usu.ac.id